



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 09 748 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 M 4/94
H 01 M 4/04
C 25 B 11/20
C 25 B 11/04

21 Aktenzeichen: 195 09 748.3
22 Anmeldetag: 17. 3. 95
43 Offenlegungstag: 2. 10. 96

DE 195 09 748 A 1

71 Anmelder:

Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
e.V., 53175 Bonn, DE

74 Vertreter:

Grießbach und Kollegen, 70182 Stuttgart

72 Erfinder:

Bevers, Dirk, Dipl.-Ing., 71032 Böblingen, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE	42 41 150 C1
DE	29 25 349 C2
DE	44 19 383 A1
DE	33 32 566 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung eines Verbundes aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und einer Festelektrolytmembran

57 Um ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundes aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und einer Festelektrolytmembran für eine elektrochemische Zelle, insbesondere eine Brennstoffzelle, bei welchem Festelektrolytmaterial durch Erweichen desselben in porentiefen Kontakt mit dem Elektrodenmaterial und dem Katalysatormaterial gebracht wird, derart zu verbessern, daß dies möglichst effektiv und kostengünstig durchführbar ist, wird vorgeschlagen, daß ein Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmaterial umfassendes katalytisches Pulver hergestellt wird, daß das katalytische Pulver auf einer Fläche angeordnet wird, daß das katalytische Pulver auf einer der Fläche abgewandten Seite zum Erweichen des Festelektrolytmaterials aufgeheizt wird und daß anschließend das katalytische Pulver mit der der Fläche abgewandten Seite bei noch erweichtem Festelektrolytmaterial zur Bildung eines Verbundes unter Druck auf die Festelektrolytmembran gebracht wird.

DE 195 09 748 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundes aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und einer Festelektrolytmembran für eine elektrochemische Zelle, insbesondere eine Brennstoffzelle, bei welchem Festelektrolytmaterial durch Erweichen desselben in porentiefen Kontakt mit dem Elektrodenmaterial und dem Katalysatormaterial gebracht wird.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der DE-PS 42 41 150 bekannt. Bei dem in dieser Druckschrift beschriebenen Verfahren wird Festelektrolytmaterial einerseits in Lösungsmittel gelöst aufgetragen und andererseits dann die gesamte Einheit aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmembran unter Erhitzen derselben heiß verpreßt.

Der Nachteil dieser bekannten Lösung ist darin zu sehen, daß das Heißverpressen der gesamten Einheit aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmembran eine starke mechanische und thermische Belastung der Materialien zur Folge hat und außerdem Aufheizzeiten erfordert, welche eine kosten- aufwendige Prozeßführung notwendig machen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, daß dies möglichst effektiv und kostengünstig durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmaterial umfassendes katalytisches Pulver hergestellt wird, daß das katalytische Pulver auf einer Fläche angeordnet wird, daß das katalytische Pulver auf einer der Fläche abgewandten Seite zum Erweichen des Festelektrolytmaterials aufgeheizt wird und daß anschließend das katalytische Pulver mit der der Fläche abgewandten Seite bei noch erweichtem Festelektrolytmaterial zur Bildung eines Verbundes unter Druck auf die Festelektrolytmembran aufgebracht wird.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß einerseits die Aufbringung des katalytischen Pulvers auf der Fläche sehr einfach erfolgen kann und andererseits durch das gezielte Erweichen des in dem katalytischen Pulver enthaltenen Festelektrolytmaterials nur eine Aufheizung der an der Verbundbildung beteiligten Partikel möglich ist, so daß durch das Aufbringen des katalytischen Pulvers mit dem noch erweichten Festelektrolytmaterial auf die Festelektrolytmembran unter Druck in einfacher Weise und gezielt die Bildung des Verbundes zwischen Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmembran unter Heranziehung des erweichten Festelektrolytmaterials des katalytischen Pulvers erfolgt.

Dies hat ferner noch den Vorteil, daß ein lediglich geringer Energieaufwand erforderlich ist, da nur eine gezielte lokale Aufheizung in dem Volumenbereich der Verbundbildung erfolgt, so daß ein schneller und somit effizienter und kostengünstiger Verfahrensablauf möglich ist.

Die Energie zum Aufheizen könnte rein theoretisch durch mechanischen oder thermischen Kontakt, also über Wärmeleitung oder Kontakt mit einem heißen Gas in das katalytische Pulver ganz oder teilweise eingebracht werden.

Weit vorteilhafter ist es jedoch, insbesondere um diese Energie möglichst schnell in das katalytische Pulver einzubringen, wenn das katalytische Pulver durch elektromagnetische Strahlung aufgeheizt wird.

Die elektromagnetische Strahlung kann unterschiedlichster Art und Weise sein. Beispielsweise wäre es denkbar, als Strahlungsquelle einen Laser einzusetzen.

Aus Gründen der Einfachheit ist es jedoch besonders vorteilhaft, wenn die elektromagnetische Strahlung Infrarotstrahlung, insbesondere Wärmestrahlung eines erhitzten Körpers, ist.

Insbesondere dann, wenn es erforderlich ist, große Mengen erweichtes Festelektrolytmaterial zur Verfügung zu stellen oder wenn die Gefahr besteht, daß das Festelektrolytmaterial der katalytischen Schicht beim Auflegen auf die Festelektrolytmembran zu schnell erstarrt, ist es vorteilhaft, wenn auch das Festelektrolytmaterial der Festelektrolytmembran vor dem Aufbringen des katalytischen Pulvers erwärmt wird.

Ferner wäre es prinzipiell denkbar, noch zusätzlich in einem Lösungsmittel gelöstes Festelektrolytmaterial bei dem Verfahren einzubringen. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn das erfindungsgemäße Verfahren hinsichtlich der Zufuhr von Festelektrolytmaterial ausschließlich lösungsmittelfrei geführt ist.

Grundsätzlich ist es denkbar, das katalytische Pulver über die gesamte Festelektrolytmembran verteilt auf diese aufzutragen.

Vorzugsweise erfolgt jedoch ein flächenhafter Auftrag des katalytischen Pulvers in einem Flächenbereich mit definierter Außenkontur, so daß das Verfahren mit möglichst geringem Aufwand von katalytischem Pulver durchführbar ist.

Noch vorteilhafter ist es, insbesondere da bei dem erfindungsgemäßen Verbund freie und nicht von katalytischem Pulver bedeckte Randbereiche erwünscht sind, wenn ein Auftrag des katalytischen Pulvers auf die Festelektrolytmembran in einem Flächenbereich mit definierter, freie Randbereiche auf der Festelektrolytmembran lassender Außenkontur erfolgt, so daß insbesondere der Auftrag des katalytischen Pulvers lediglich in dem Bereich erfolgt, in dem die Bildung einer katalytischen Schicht auf der Festelektrolytmembran erforderlich und erwünscht ist.

Ein derartig, hinsichtlich der Form definierter Auftrag des katalytischen Pulvers auf die Fläche ist in unterschiedlicher Art und Weise möglich. Beispielsweise wäre es möglich, die Fläche für das katalytische Pulver klebend auszugestalten, wobei dies den Nachteil hätte, daß stets ein Teil des katalytischen Pulvers auf dieser Fläche haften bleibt.

Besonders vorteilhaft ist es daher, insbesondere um einen Herstellungsprozeß möglichst effizient führen zu können, wenn das katalytische Pulver durch elektrostatische Aufladung der Fläche auf dieser fixiert wird.

Eine besonders zweckmäßige Möglichkeit ist die analoge Anwendung der üblichen bekannten Trockenkopierverfahren.

Um eine auf der Festelektrolytmembran aufliegende Elektrode zu schaffen hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, wenn aus dem katalytischen Pulver durch mechanisches Verdichten eine elektrisch leitfähige katalytische Schicht hergestellt wird, so daß die katalytische Schicht selbst die Elektrode bilden kann.

Vorzugsweise könnte die Bildung der Elektrode aus der katalytischen Schicht auf der Festelektrolytmembran einerseits durch den beschriebenen Auftrag des katalytischen Pulvers und andererseits gegebenenfalls noch durch Zugabe von leitfähigem Material und/oder Bindemittel erfolgen.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Bildung der Elektrode aus der katalytischen Schicht auf der

Festelektrolytmembran ist auch durch mechanisches Verpressen des katalytischen Pulvers beim Auftrag desselben auf die Festelektrolytmembran erfolgt. Dies hat den großen Vorteil, daß dadurch eine einfache und kostengünstige Prozeßführung möglich wird.

Im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung ist es prinzipiell denkbar, in einem Zug eine einzige katalytische Schicht auf die Festelektrolytmembran aufzutragen. Besonders vorteilhaft im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es jedoch, wenn mehrere katalytische Schichten aufeinander auf die Festelektrolytmembran aufgetragen werden. Dieses Verfahren erlaubt insbesondere, die einzelnen katalytischen Schichten sehr dünn zu wählen und gezielt hinsichtlich ihrer Eigenschaften auszubilden.

Insbesondere ist es im Rahmen dieser Lösung möglich, den Grad der Erweichung des Festelektrolytmaterials beim Aufbringen der einzelnen katalytischen Schichten zu variieren, so daß beispielsweise bei der unmittelbar auf der Festelektrolytmembran aufliegenden katalytischen Schicht ein hoher Grad der Erweichung des Festelektrolytmaterials des katalytischen Pulvers gegeben ist, um einen möglichst innigen Verbund zwischen Festelektrolytmembran, Festelektrolytmaterial und den übrigen Bestandteilen des katalytischen Pulvers zu erreichen, während bei den nachfolgend aufeinanderliegenden katalytischen Schichten, beispielsweise der Grad der Erweichung des Festelektrolytmaterials abnimmt und somit beispielsweise die oberste katalytische Schicht mit der darunterliegenden katalytischen Schicht lediglich durch das mechanische Verpressen eine innige Verbindung eingeht.

Ein weiterer Vorteil des oben genannten Auftrags mehrerer katalytischer Schichten besteht darin, daß deren Zusammenhang variiert werden kann.

Um eine vorteilhafte Kontaktierung des hergestellten Verbundes zu ermöglichen, ist vorzugsweise vorgesehen, daß auf die katalytische Schicht oder die katalytischen Schichten auf ihrer der Festelektrolytmembran abgewandten Seite eine Diffusionsschicht aufgebracht wird.

Die Verbindung zwischen der Diffusionsschicht und der katalytischen Schicht kann grundsätzlich auf beliebige Art und Weise erfolgen. Eine prozeßtechnisch besonders einfach durchzuführendes Verfahren sieht vor, daß die Diffusionsschicht ausschließlich durch mechanischen Druck mit der katalytischen Schicht verbunden wird.

Diese Diffusionsschicht ist vorzugsweise aus einem Material, welches eine Diffusion der Reaktionskomponenten zuläßt, vorzugsweise einem Material, welches eine leichte Diffusion gasförmiger Reaktionskomponenten zuläßt.

Bei einem einfachsten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, auf einer Seite der Festelektrolytmembran den Verbund aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmembran herzustellen.

Noch vorteilhafter ist es jedoch, wenn beiderseits der Festelektrolytmembran ein erfindungsgemäßer Verbund hergestellt wird, so daß dieser eine elektrochemische Einheit bildet und als solche in eine erfindungsgemäße elektrochemische Zelle eingesetzt werden kann und lediglich in dieser noch kontaktiert werden muß.

Beispielsweise ist es dabei denkbar, die beiderseitige Beschichtung der Festelektrolytmembran entweder gleichzeitig oder aufeinanderfolgend durchzuführen.

Im Rahmen der bisherigen Beschreibung des erfin-

dungsgemäßen Verfahrens wurden keine näheren Angaben darüber gemacht, wie das Elektrodenmaterial der katalytischen Schicht beschaffen sein soll.

Vorzugsweise ist das Elektrodenmaterial der katalytischen Schicht Kohlepulver mit einer Korngröße im Bereich zwischen ungefähr 0,03 und ungefähr 1 µm.

Das pulverförmige Katalysatormaterial ist vorzugsweise Platinpulver mit einer Korngröße zwischen ungefähr 20 und ungefähr 50 Angström.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn das Katalysatormaterial auf dem pulverförmigen Elektrodenmaterial fixiert ist. Beispielsweise wird erfindungsgemäß platinierter Kohlepulver eingesetzt.

Das verwendete Festelektrolytmaterial in dem katalytischen Pulver ist vorzugsweise mit dem Festelektrolytmaterial der Festelektrolytmembran identisch und liegt mit einer Korngröße zwischen ungefähr 0,5 bis ungefähr 2 µm vor. Ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Festelektrolytmaterials ist Nafion.

Zusätzlich ist vorzugsweise vorgesehen, daß das katalytische Pulver noch ein hydrophobierendes Medium, beispielsweise PTFE (Polytetrafluorethylen), mit einer Korngröße von ungefähr 0,2 bis ungefähr 1 µm umfaßt, wobei PTFE aufgrund seiner Plastizität gleichzeitig auch als Bindemittel beim Herstellen der katalytischen Schicht durch Verpressen wirkt.

Ferner ist es noch möglich, dem katalytischen Pulver zusätzlich noch einen Porenbildner, beispielsweise Zucker, zuzugeben.

Eine besonders vorteilhafte Zusammensetzung des erfindungsgemäßen katalytischen Pulvers sieht beispielsweise einen Anteil von ungefähr 50% Kohlenstoff, ungefähr 5% Platin, ungefähr 20% PTFE und ungefähr 25% Nafion vor.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einzelner Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der beim erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Kopiertrommeln im aufgeladenen Ausgangszustand;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Festlegung von mit katalytischem Pulver zu beschichtenden Flächenbereichen durch Teilentladung in Seitenansicht (Fig. 2a) und in Draufsicht (Fig. 2b);

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Auftrags von katalytischem Pulver auf die gemäß Fig. 2 definierten Flächenbereiche in Seitenansicht (Fig. 3a) und in Draufsicht (Fig. 3b);

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht des Auftrags des katalytischen Pulvers auf eine Festelektrolytmembran;

Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt eines Bereichs A in Fig. 4;

Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung des unmittelbaren Aufpressens des katalytischen Pulvers auf die Membran;

Fig. 7 eine vergrößerte Ausschnittsweise Darstellung eines Membranstücks mit einer darauf angeordneten katalytischen Schicht gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Membranstücks mit mehreren katalytischen Schichten gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verbundes aus Festelektrolytmembran, katalytischer Schicht und mit dieser verbundener Gas-

diffusionsschicht in Seitenansicht;

Fig. 10 eine Draufsicht auf den Verbund gemäß Fig. 9 in Richtung des Pfeils B und

Fig. 11 einen Schnitt durch eine Brennstoffzelle mit einem erfindungsgemäßen Verbund aus Festelektrolytmembran, katalytischer Schicht und Gasdiffusionsschicht.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden, wie in Fig. 1 bis 3 dargestellt, zwei Kopiertrommeln 10 und 12 auf ihrer Oberfläche 14 bzw. 16 elektrostatisch aufgeladen (Fig. 1) dann partiell, beispielsweise entsprechend der durch eine Schablone vorgegebenen Form entladen, so daß hinsichtlich ihrer Form und Größe definierte Flächenbereiche 18 bzw. 20 auf den jeweiligen Oberflächen 14 bzw. 16 der Kopiertrommeln 10 bzw. 12 noch elektrisch aufgeladen sind.

Auf diesen elektrostatisch geladenen Flächenbereichen 18 bzw. 20 wird durch Zufuhreinrichtungen 21 bzw. 22 vorgelegtes katalytisches Pulver entsprechend der in der Kopiertechnik verwendeten Verfahren fixiert, so daß sich auf den Oberflächen 14 und 16 der Kopiertrommeln mit katalytischem Pulver beschichtete Flächen 23 bzw. 24 ergeben, die in Größe und Form den Flächenbereichen 18 und 20 entsprechen.

Das verwendete katalytische Pulver wird erfindungsgemäß in einer Vormischvorrichtung beispielsweise einer Messermühle vermischt, wobei das katalytische Pulver in erfindungsgemäßer Weise eine Mischung aus einem elektrisch leitfähigen Material, zum Beispiel Kohle, einem auf der Kohle aufgetragenen Katalysator, zum Beispiel Platin, einem hydrophobierenden Medium, zum Beispiel PTFE, und einem Festelektrolytmaterial, zum Beispiel Nafion (Nafion ist eingetragenes Warenzeichen von Du Pont) umfaßt. Gegebenenfalls kann noch ein Porenbildner, zum Beispiel Zucker, hinzugemischt werden.

Die Zusammensetzung des katalytischen Pulvers beträgt beispielsweise ungefähr 50 Gewichtsprozent Kohle mit einer Partikelgröße zwischen ungefähr 0,03 und ungefähr 1 µm, vorzugsweise ungefähr 30 nm, ungefähr 5 Gewichtsprozent Platin mit einer Partikelgröße zwischen ungefähr 20 und ungefähr 50 Angström, vorzugsweise ungefähr 30 Angström, wobei diese Partikel auf die Kohlepartikel beispielsweise durch ein naßchemisches Verfahren aufgetragen werden, ungefähr 20% PTFE mit einer Partikelgröße zwischen ungefähr 0,1 bis ungefähr 1 µm, vorzugsweise ungefähr 0,5 µm und ungefähr 25% Nafion mit einer Partikelgröße zwischen ungefähr 0,5 und ungefähr 2 µm, vorzugsweise ungefähr 1 µm.

Das in Fig. 3b dargestellte, auf den Flächen 23 und 24 aufgetragene katalytische Pulver wird nun, wie in Fig. 4 dargestellt, durch die beiden Kopiertrommeln 10 und 12 auf einander gegenüberliegenden Oberflächen 30 und 32 einer als Ganzes mit 34 bezeichneten Membran aus dem Festelektrolytmaterial aufgetragen, wobei die Membran 34 zwischen den beiden Kopiertrommeln 10 und 12 hindurchgeführt wird und die Kopiertrommeln dabei auf den beiden diesen zugewandten Oberflächen 30 und 32 das auf den Flächen 23 und 24 haftende katalytische Pulver aufpressen.

Vor dem Aufpressen des katalytischen Pulvers auf die Oberflächen 30 bzw. 32 wird dieses noch durch Infrarotstrahlung 40 abgebende Wärmequellen 36 bzw. 38, beispielsweise Heizdrähte, erhitzt, wobei, wie in Fig. 5 dargestellt, in dem katalytischen Pulver enthaltene Partikel 42 des Festelektrolytmaterials an- oder aufgeschmolzen werden, so daß nach deren Aufpressen auf

die Oberflächen 30 bzw. 32 der Membran 34 eine innige Verbindung zwischen dem ebenfalls aus dem Festelektrolytmaterial hergestellten Membran und den Festelektrolytenpartikeln 42 entsteht und außerdem Zwischenräume zwischen den Partikeln 44 der Kohle sowie den Partikeln 46 des Platins und den Partikeln 48 des hydrophobierenden Materials durch erweichtes Festelektrolytmaterial zumindest in an die jeweilige Oberfläche 30 bzw. 32 der Membran 34 unmittelbar angrenzenden Bereichen ausgefüllt werden, so daß eine dreidimensionale Dreiphasengrenze zwischen dem Ionen transportierenden Festelektrolyt, dem Katalysator und dem Elektrodenmaterial mit vorteilhaften Eigenschaften entsteht.

Vorzugsweise werden die Festelektrolytpartikel 42 auf eine Temperatur aufgeheizt, welche deren Glaspunkttemperatur entspricht. Diese liegt beim Beispiel des Nafions 117 als Festelektrolytmaterial bei ungefähr 135°C.

Durch Einstellung der Rotationsgeschwindigkeit der Kopiertrommeln 10 und 12 und der Temperatur der Wärmequellen 36 und 38 läßt sich die Aufschmelztiefe des Katalysatormaterials 26 auf den Flächen 23 und 24, das heißt die Tiefe, in welcher ein An- oder Aufschmelzen der Partikel 42 aus Festelektrolytmaterial erfolgt, einstellen.

Ferner ist es je nach Ausbildung und Anordnung der Wärmequellen 36, 38 möglich auch die Festelektrolytmembran 34 vor dem Aufbringen des katalytischen Pulvers entweder zu erwärmen oder ebenfalls zu erweichen.

Vorzugsweise ist die Membran 34 beim Auftragen des katalytischen Pulvers 26 auf deren Oberflächen 30 bzw. 32 in feuchtem Zustand, es ist aber auch möglich, die Membran 34 in trockenem Zustand zuzuführen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bei einem Durchlauf gemäß Fig. 1 bis 6 auf die Membran 34 eine aus dem katalytischen Pulver durch den Druck der Kopiertrommeln 10 und 12 erzeugte elektrisch leitende katalytische Schicht 50 mit einer Dicke D im Bereich von ungefähr 1 µm bis ungefähr 4 µm aufgetragen, wie dies nochmals vergrößert in Fig. 7 dargestellt ist.

Durch mehrfaches Wiederholen eines in Fig. 1 bis 5 dargestellten Kopiervorgangs lassen sich, wie in Fig. 8 dargestellt, mehrere katalytische Schichten 50a, 50b aufeinander auftragen, wobei dieses Aufeinanderauftragen der katalytischen Schichten 50, 50a, 50b die Möglichkeit eröffnet, in jeder der katalytischen Schichten 50, 50a, 50b die Festelektrolytpartikel 42 in unterschiedlichem Maß an- oder aufzuschmelzen und/oder die Zusammensetzung der katalytischen Schicht zu variieren.

Beispielsweise wird in der unmittelbar auf der Oberfläche 30 liegenden katalytischen Schicht 50 ein An- oder Aufschmelzen der Festelektrolytpartikel 42 in höherem Maße vorgesehen als in den nachfolgenden katalytischen Schichten 50a und 50b. Vorzugsweise nimmt der Grad der Aufschmelzung der Festelektrolytpartikel 42 in den aufeinanderfolgenden katalytischen Schichten 50, 50a, 50b sukzessive ab.

Zur Herstellung eines einbaufertigen Verbundes aus einer aus der katalytischen Schicht oder den katalytischen Schichten gebildeten Elektrode und der Festelektrolytmembran 34 wird auf die aufgetragene katalytische Schicht 50 oder die oberste aufgetragene katalytische Schicht 50b noch eine Gasdiffusion zulassende Gasdiffusionsschicht 52 aufgetragen, welche in Größe und Form der katalytischen Schicht 50 oder 50b entspricht und diese im wesentlichen vollständig übergreift.

Beispielsweise ist die Gasdiffusionsschicht aus hydrophobiertem Kohlenstoffpapier oder Kohlenstoffasern, wobei durch Aufpressen derselben auf die oberste katalytische Schicht 50 oder 50b beispielsweise beim Durchlaufen einer Pressvorrichtung mit einem Walzenpaar, die Verbindung zwischen dem Material der Gasdiffusionsschicht 52 und der obersten katalytischen Schicht 50 bzw. 50b lediglich durch den mechanischen Druck hergestellt wird.

Damit ist, wie in Fig. 10 dargestellt, ein Verbund aus der Membran 34 und einer elektrisch leitenden Gasdiffusionsschicht 52 sowie einer dazwischenliegenden und die Elektrode bildenden katalytischen Schicht 50 herstellbar, wobei sich die Membran 34 über die Elektrode 50 und die Gasdiffusionsschicht 52 seitlich hinauserstreckt und freie Randbereiche 54 rings um die Elektroden-schicht 52 herum aufweist, um in diesem Randbereich eine direkte Abdichtung auf den Oberflächen 30 bzw. 32 der Membran 34 zu ermöglichen.

Eine erfindungsgemäße Brennstoffzelle 60, dargestellt in Fig. 11, umfaßt die Membran 34 mit den beiderseits derselben aufgetragenen katalytischen Schichten 50 und den diese übergreifenden Gasdiffusionsschichten 52, wobei die Membran 34 im Bereich der freien Randbereiche 54 dichtend in einem Gehäuse 62 der Brennstoffzelle 60 gehalten ist und die elektrisch leitenden Gasdiffusionsschichten 52 auf ihren der Membran 34 abgewandten Seiten 64 durch Stromkollektoren 66, 68 kontaktiert sind, die jeweils auf den Gasdiffusionsschichten 52 aufliegen, wobei die Gasdiffusionsschichten 52 dem Anpreßdruck der Stromkollektoren 66, 68 gleichmäßig auf die aus den katalytischen Schichten 50 gebildeten Elektroden verteilen. Ferner lassen die Gasdiffusionsschichten 52 die Diffusion von H_2 und O_2 zu den Elektroden 50 und zur Membran 34 zu.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundes aus Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und einer Festelektrolytmembran für eine elektrochemische Zelle, insbesondere eine Brennstoffzelle, bei welchem Festelektrolytmaterial durch Erweichen desselben in porentiefen Kontakt mit dem Elektrodenmaterial und dem Katalysatormaterial gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Elektrodenmaterial, Katalysatormaterial und Festelektrolytmaterial umfassendes katalytisches Pulver hergestellt wird, daß das katalytische Pulver auf einer Fläche angeordnet wird, daß das katalytische Pulver auf einer der Fläche abgewandten Seite zum Erweichen des Festelektrolytmaterials aufgeheizt wird und daß anschließend das katalytische Pulver mit der der Fläche abgewandten Seite bei noch erweichtem Festelektrolytmaterial zur Bildung eines Verbundes unter Druck auf die Festelektrolytmembran aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das katalytische Pulver durch elektromagnetische Strahlung aufgeheizt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Strahlung Infrarotstrahlung ist.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Festelektrolytmaterial der Festelektrolytmembran vor dem Aufbringen des katalytischen Pulver erwärmt wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dieses hinsichtlich der Zufuhr von Festelektrolytmaterial ausschließlich lösungsmittelfrei geführt ist.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Auftragen des katalytischen Pulvers auf die Festelektrolytmembran in einem Flächenbereich mit definierter, Außenkontur erfolgt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das katalytische Pulver durch elektrostatische Aufladung der Fläche auf dieser fixiert wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem katalytischen Pulver durch mechanisches Verdichten eine elektrisch leitfähige katalytische Schicht hergestellt wird.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Schicht in einem Zug aus dem katalytischen Pulver auf die Festelektrolytmembran aufgetragen wird.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem katalytischen Pulver mehrere katalytische Schichten aufeinander auf die Festelektrolytmembran aufgetragen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Grad der Erweichung des Festelektrolytmaterials beim Aufbringen der einzelnen katalytischen Schichten variiert wird.

12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die katalytische Schicht oder die katalytischen Schichten auf ihrer der Festelektrolytmembran abgewandten Seite eine Diffusionsschicht aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionsschicht ausschließlich durch mechanischen Druck mit der katalytischen Schicht verbunden wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionsschicht aus einem Material ausgewählt wird, welches eine leichte Diffusion der Elektrolysekomponenten zuläßt.

15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Festelektrolytmembran beiderseits mit einem erfindungsgemäßen Verbund versehen wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

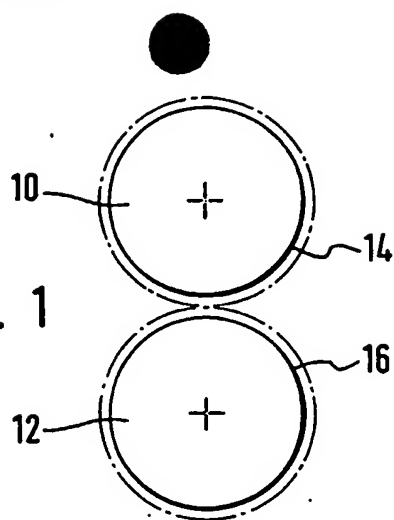


Fig. 2a

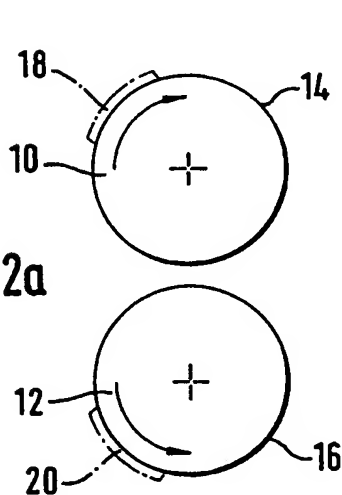


Fig. 3a

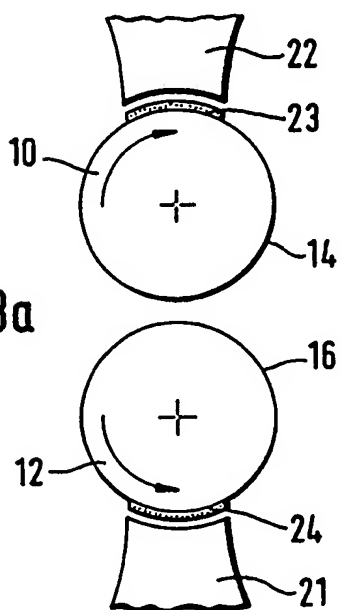


Fig. 2b

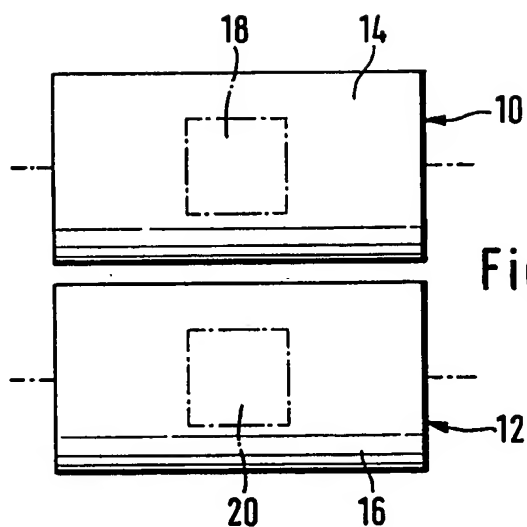
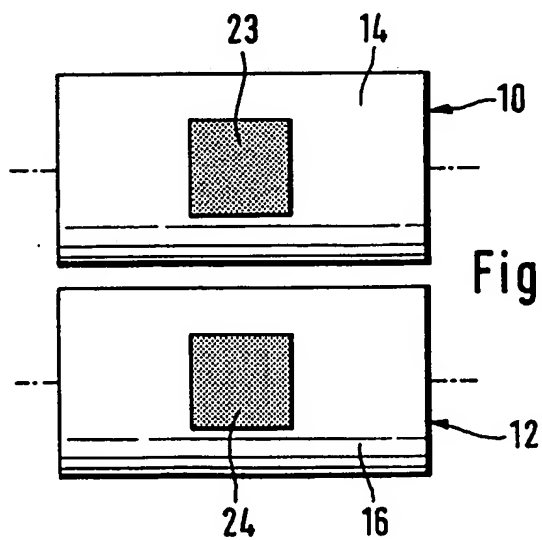


Fig. 3b



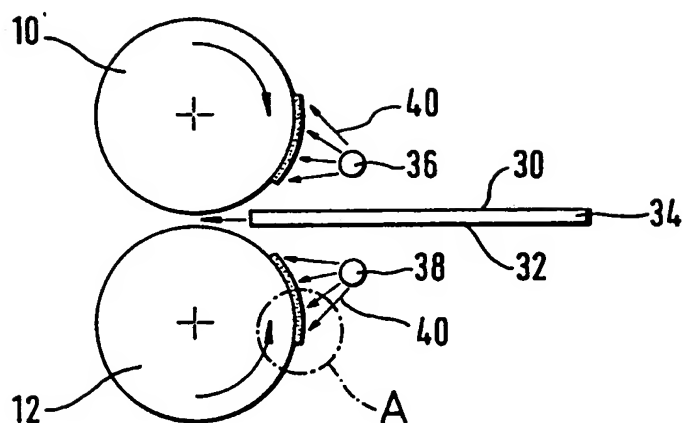


Fig. 4

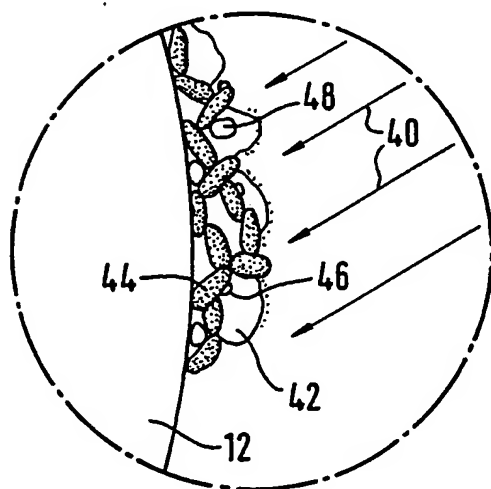


Fig. 5

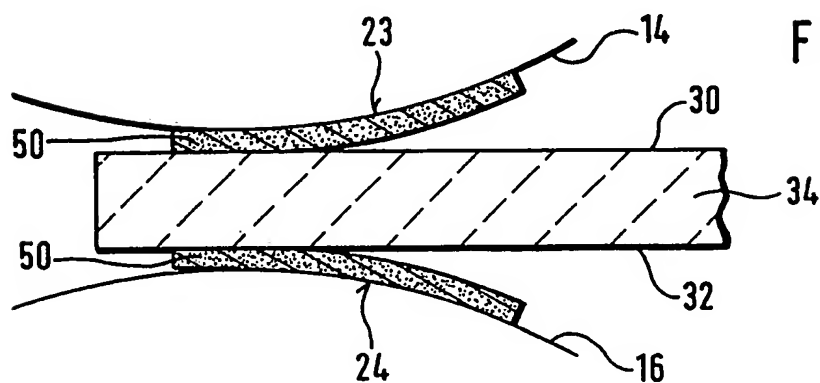


Fig. 6

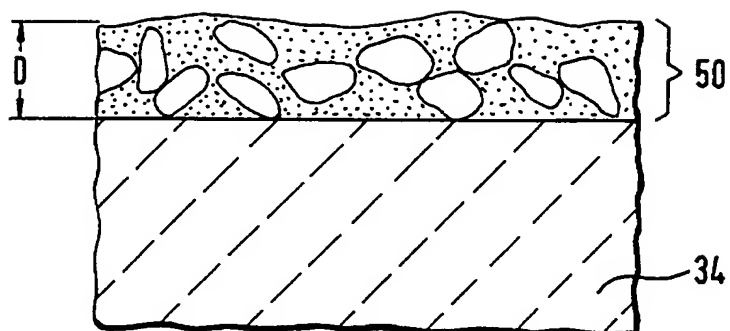


Fig. 7

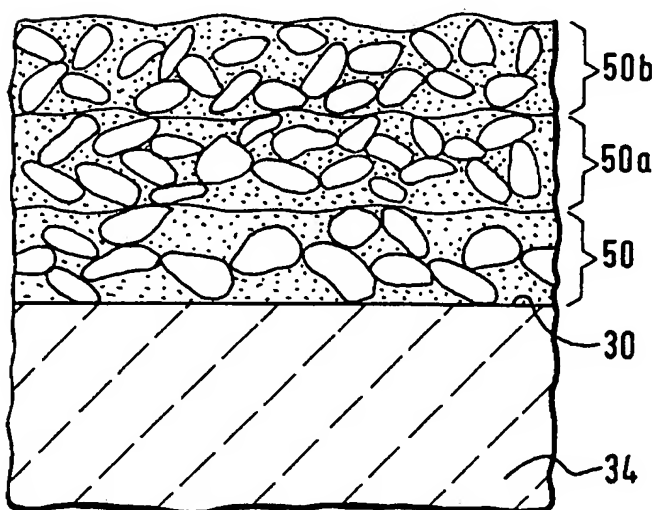


Fig. 8

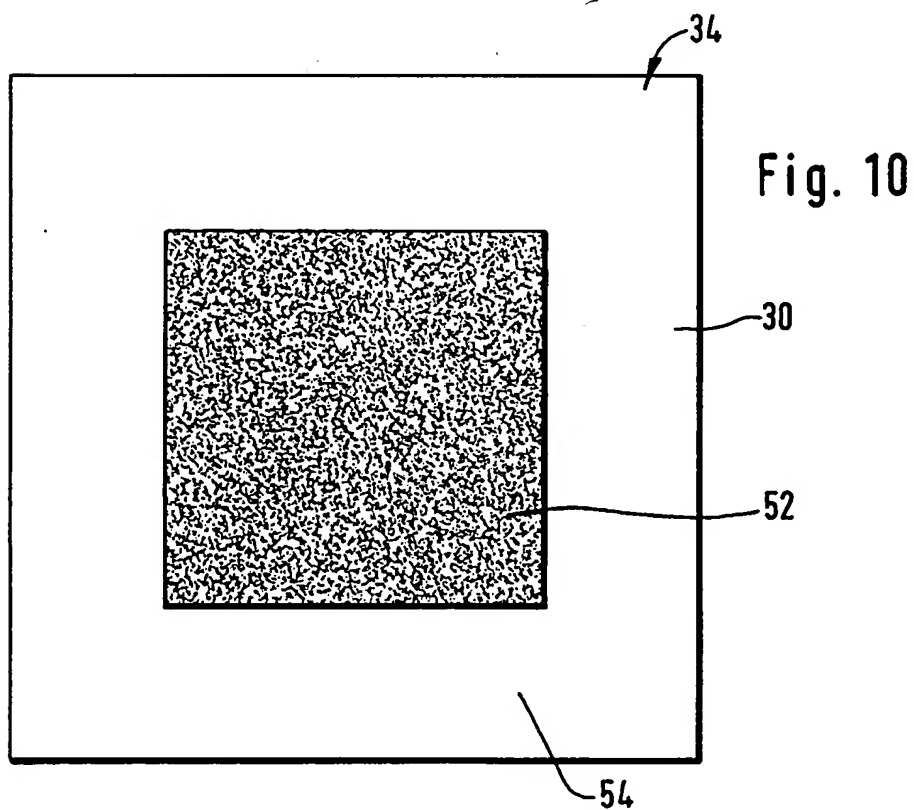
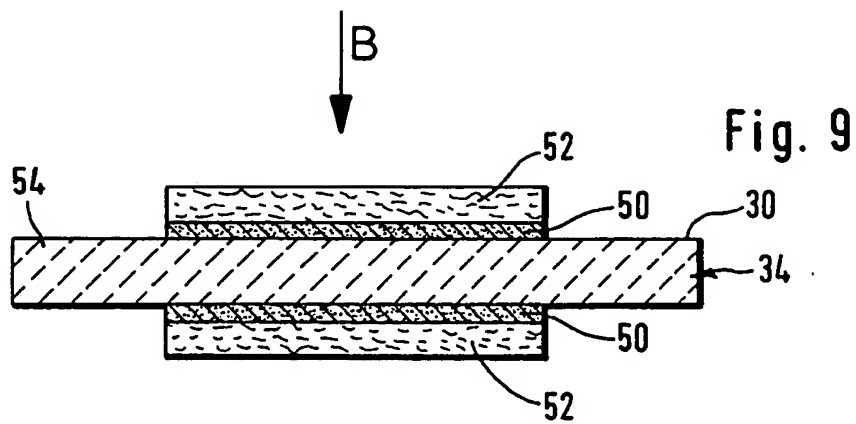


Fig. 11

